

رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل

برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه‌کن*

فرشاد بهرامی**

دانشگاه تهران، ایران.

آیدا آل‌هاشمی

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

حشمت‌الله متدین

دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۳۰

تاریخ قرارگیری روی سایت: ۹۸/۰۳/۲۹

چکیده | تاب‌آوری به عنوان یک رویکرد نو در مواجهه با آشوب‌های محیطی در دهه‌های اخیر مورد توجه معماران منظر قرار گرفته است. این رویکرد که جایگزین مناسبی برای رویکردهای صلب و مهندسی تلقی می‌شود، در پروژه‌ها و طرح‌های گوناگون منظر در سراسر جهان مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

رود کن به عنوان اصلی‌ترین رود شهری تهران، با وجود زیرساخت‌های مهار و کنترل سیل، همچنان در برابر این آشوب آسیب‌پذیر است. رویکردهای صلب و تک‌بعدی برای کنترل سیلاب، نه تنها آشوب سیل را کنترل نکرده، بلکه زیرساخت‌های اکولوژیکی و ساختاری آن را نابود ساخته است. در این راستا، این پژوهش در پی یافتن راه‌حل و پاسخی برای این سؤال است که رویکرد تاب‌آوری محیطی چگونه و تا چه میزان بر مدیریت آشوب سیل در رودخانه‌های شهری تأثیرگذار است؟ این نوشتار مشخصاً به نقش و تأثیر احتمالی استفاده از این تفکر در ساماندهی رودخانه‌کن تهران، در برابر سیلاب می‌پردازد. بر این اساس، این پژوهش با بررسی چهار پروژه موفق دنیا، اصول و راهکارهای تاب‌آوری در برابر سیلاب رودخانه‌ای را استخراج کرده و بر اساس این اصول و راهکارها، برنامه‌ریزی و راه‌حل‌هایی برای این رود آشوبناک ارائه داده است. زمان، آزمودن، آستانه، یادگیری و تنوع به عنوان اصول تاب‌آوری و صفه‌سازی در کران رود؛ و تالاب به عنوان راهکار برای مواجهه با مسئله رود کن از این چهار پروژه استخراج شده‌اند. علاوه بر آن، به دلیل درگیر بودن رشته‌های مختلف در این موضوع نیاز به تعامل چندرشته‌ای و برنامه‌ریزی با دربرگیری رشته‌های مختلف است؛ در نتیجه، این اصول و راهکارها، برنامه‌ریزی و ساماندهی منظر رود کن را به سوی یک برنامه جامع و چندرشته‌ای سوق می‌دهند. به عبارتی دیگر، برنامه‌ریزی رود کن نیاز به یک رویکرد چندرشته‌ای با تأکید بر مسائل منظر و اکولوژیک دارد. این برنامه‌ریزی جامع و چندرشته‌ای که مبتنی بر تفکرات تاب‌آوری در برابر سیل است، می‌تواند به عنوان الگویی برای رودهای شهری دیگر که در برابر آشوب سیل آسیب‌پذیر هستند، قرار گیرد.

واژگان کلیدی | سیل، مدیریت رود، تاب‌آوری، رود کن، معماری منظر.

محیط، منظر و فضاهای بیرونی، با چالش‌های متعددی روبه‌رو است. این چالش‌ها در عرصه‌های مختلفی مانند اکولوژی، اجتماعی، اقتصادی، منظر و... برآمده از دخالت‌های انسانی و یا آشوب‌های طبیعی است، که تهدیدی برای زیرساخت‌های

مقدمه | معمار منظر در راستای مدیریت، برنامه‌ریزی، طراحی

نویسنده مسئول: farshad.bahrami@ut.ac.ir

شماره تماس: ۰۹۳۹۸۱۱۶۴۶۱

پروژه‌های ساماندهی رودهای شهری که با رویکرد تاب‌آوری برنامه‌ریزی و اجرا شده‌اند تلاش می‌کند شاخص‌ها و معیارهای تاب‌آوری مؤثر در برنامه‌ریزی رودهای شهری را استخراج و استنباط کرده و با بررسی و تحلیل بستر و وضعیت رودخانه کن، به عنوان مهم‌ترین و پرآشوب‌ترین رودخانه تهران، امکان بهره‌برداری از این معیارها در برنامه‌ریزی و ساماندهی رودخانه کن را مورد بررسی و تحلیل قرار دهد. نتایج این نوشتار به طور مشخص به ارائه دستورالعمل‌هایی برای برنامه‌ریزی و ساماندهی رودخانه کن بر اساس رویکرد تاب‌آوری محیطی می‌انجامد.

تاب‌آوری در مواجهه با سیل رودخانه

تفکر تاب‌آوری توسط هولینگ (Holling) (۱۹۷۳) در رابطه با اکولوژی و سیستم‌های پویای اکوسیستمی تعریف شد. از نظر هولینگ تاب‌آوری به معنای توانایی جذب اختلالات است، در حالی که عملکرد سیستم مختل نشود. از آن زمان به بعد، تاب‌آوری در همه زمینه‌ها و علوم مختلف اعم از تاب‌آوری روان‌شناسی (Rutter, 1993; Tusaie & Dyer, 2004)، مهندسی تاب‌آوری (Hollnagel et al., 2007, 2011)، تاب‌آوری مهندسی (Holling, 1973; Ludwig et al., 1997)، تاب‌آوری اکولوژیکی (Gunderson & Holling, 2002; Walker et al., 2004)، تاب‌آوری اجتماعی (Adger, 2000; Langridge et al., 2006)، تاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیکی (Folke, 2016)، تاب‌آوری شهری (Meerow et al., 2016) و علوم دیگر تعریف شده است. با وجود تعاریف متعدد در زمینه‌ها و علوم مختلف، توافق همگانی از لحاظ مفهومی روی این موضوع وجود دارد. تاب‌آوری به مثابه مفهومی مرتبط با محیط، یا به‌طور اختصاصی مفهومی مرتبط با سیستم است. تاب‌آوری روشی برای شناخت «قابلیت یک سیستم در برابر آشوب» (Folke, 2016)؛ و یا به طور خاص، بیانگر چگونگی مقاومت سیستم‌ها در برابر آشوب‌ها است.

در رابطه با سیل، تاب‌آوری به عنوان توانایی و مقاومت یک سیستم در برابر اختلالات و یا جذب آنان (مانند طوفان و ابرهای خرد) اشاره دارد، علاوه بر آن، سیستم در طیف گسترده‌ای از آشوب‌ها (سیل یا بارندگی‌های شدید) کارکرد و عملکرد خود را از دست ندهد (Zevenbergen, 2016). در این تعریف، تأکید بر کارکرد و عملکرد سیستم، مدنظر بوده است؛ به عبارتی دیگر، این تعریف تأکیدی بر پایداری ساختار و عملکرد سیستم، بازگشت‌پذیری به شرایط قبل از آشوب و حفظ هویت سیستم در برابر سیل است. در تاب‌آوری رودها در برابر سیل، توجه به تمامی ابعاد از جمله ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیرساختی حائز اهمیت است. علاوه

شهری به شمار رفته، و می‌توانند فرایند توسعه محیط و منظر را با مشکل روبه‌رو سازند.

تاب‌آوری به عنوان یک رویکرد نوین در تمامی عرصه‌ها ظهور کرده است، به‌طوری که این رویکرد نو در فضاهای شهری و منظر در برابر اختلالات گوناگون و گسترده به‌کار برده می‌شود. این رویکرد که با نگاهی سیستمی فضاهای شهری را نسبت به آشوب‌های احتمالی سازگار و منطبق می‌سازد، اخیراً در رودخانه‌های شهری نیز مورد توجه واقع شده است. اهمیت و جایگاه این رویکرد در مدیریت و ساماندهی فضاهای شهری به ویژه رودهای شهری، در بازیابی و استفاده این فضاها در شرایط مختلف است. به عبارتی دیگر، این رویکرد نه تنها شرایط محیطی، اکولوژیکی، ساختاری و... رودهای شهری را نسبت به اختلالات حفظ می‌کند، بلکه قابلیت این فضاها را در برابر شرایط و اختلالات گوناگون تقویت و افزایش می‌دهد.

رودهای شهری، به ویژه رودهای شهری تهران، با چالش‌ها و اختلالات متعددی از جمله سیل و خشکسالی روبه‌رو هستند. رود کن به عنوان اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین رودخانه شهری تهران، اختلالات متعددی دارد. به طوری که سیل به عنوان اصلی‌ترین آشوب رود کن، هرساله خسارات اقتصادی و انسانی متعددی را ایجاد می‌کند (خبرگزاری مشرق، ۱۳۹۴؛ خبرگزاری فارس، ۱۳۹۴) که این امر باعث نابودی زیرساخت‌های سبز، فضاهای انسان ساخت، لکه‌های معماری و در نهایت دوری مردم از طبیعت می‌شوند. از این رو، رویکردهای گوناگونی در مواجهه با آشوب این رود مدنظر مدیران و مشاوران شهری بوده است. به‌طوری که کانال‌هایی در لبه رود، در مواجهه و مقابله با آشوب سیل استفاده شده‌اند. این رویکرد صلب و مهندسی، در اکثر رودهای شهری تهران به یک سنت دیرینه تبدیل شده است. اما با این وجود، سیل همچنان به عنوان یک آشوب، زیرساخت این رودها به ویژه رود کن را تهدید می‌کند. به عبارتی دیگر، این رویکرد تک‌بعدی و صلب قادر به کنترل و مهار آشوب سیل نبوده است. از سوی دیگر، کانال‌های مهار سیل باعث کاهش بازدهی اکولوژیکی رود کن شده‌اند و در گذر زمان، ساختار و شاخه‌های این رود را نابود کرده‌اند (Renault, 2018).

این نوشتار به دنبال پاسخ به این سؤال است که رویکرد تاب‌آوری محیطی چگونه و تا چه میزان بر مدیریت آشوب سیل در رودخانه‌های شهری تأثیر گذار است؟ و به طور مشخص به نقش و تأثیر احتمالی استفاده از این رویکرد در ساماندهی رودخانه کن تهران، در برابر سیلاب می‌پردازد. به منظور پاسخ‌دهی به این سؤالات، این نوشتار با بررسی نمونه

بر آن، استفاده حداکثری از فواید سیل در راستای توسعه و افزایش قابلیت‌های سیستم، می‌تواند تاب‌آوری رود را در برابر سیل افزایش دهد. سیل یکی از ویژگی‌های طبیعی رودهاست. اما اقدامات انسانی و دخل و تصرف‌های گسترده در طبیعت و به تبع آن تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین، این ویژگی طبیعی را به یک بلای طبیعی تبدیل کرده است. علی‌رغم اینکه سیل صدمات و خسارات گسترده انسانی برجای می‌گذارد، اما فواید محیطی و اقتصادی بسیاری دارد (Green, 2010). در این راستا، کاهش خطر سیل رودهای شهری و استفاده حداکثری از فواید آن، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری رودها کمک شایانی کند.

بر آن، استفاده حداکثری از فواید سیل در راستای توسعه و افزایش قابلیت‌های سیستم، می‌تواند تاب‌آوری رود را در برابر سیل افزایش دهد. سیل یکی از ویژگی‌های طبیعی رودهاست. اما اقدامات انسانی و دخل و تصرف‌های گسترده در طبیعت و به تبع آن تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین، این ویژگی طبیعی را به یک بلای طبیعی تبدیل کرده است. علی‌رغم اینکه سیل صدمات و خسارات گسترده انسانی برجای می‌گذارد، اما فواید محیطی و اقتصادی بسیاری دارد (Green, 2010). در این راستا، کاهش خطر سیل رودهای شهری و استفاده حداکثری از فواید آن، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری رودها کمک شایانی کند.

منظر تاب‌آور و ساماندهی رودخانه‌های شهری

رودها ذاتاً پویا هستند. ساختار پویا و دینامیکی آنها، به دلایل متنوعی از جمله فرایندهای انسانی و طبیعی در حال تغییر است (Liao, 2014). در این راستا، بهترین راهبرد برای زندگی با فضاهای پویا و شرایط غیر قابل پیش‌بینی آنان، تلاش برای تاب‌آوری این فضاها است (Gunderson & Holling, 2002; Berkes et al., 2003; Liao, 2014). در واقع، سعی در کنترل نیروهای طبیعی بیهوده است، این موضوع طی سیل‌های رود رد^۱ در سال ۱۹۹۷ و رود می‌سی‌سی‌پی^۲ در سال ۱۹۹۳ در آمریکا به وضوح نمایان شد. مجموعه ساختارهایی که برای ایمنی در مقابل سیل احداث شده بودند، به جای آنکه به رودخانه اجازه دهند تا روند طبیعی خود را طی کنند، موجب وخیم‌تر شدن اوضاع در زمان وقوع سیل شد

۱. پروژه وادی حنیفه^۳

پروژه رودخانه وادی حنیفه در کشور عربستان، به عنوان یک پروژه چالشی در عرصه معماری منظر و در برابر آشوب سیل قابل توجه است (تصویر ۱). این رودخانه شهری که از



تصویر ۱: رودخانه وادی حنیفه. مأخذ: Moosavi, 2018.

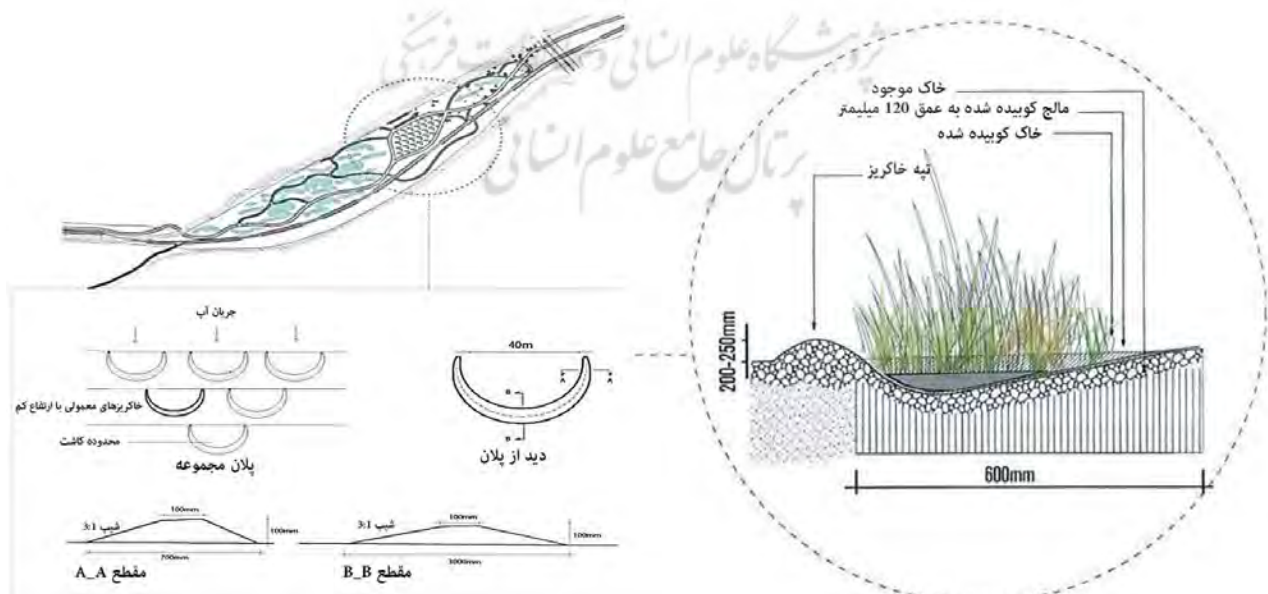
خود را بر فهم و درک بهتر فرایندهای طبیعی و اکولوژیکی در آینده گذاشتند که این امر مستلزم برنامه‌های زمانی بلندمدت بود. علاوه بر آن، بر فرایندهای نامرئی در سیستم رود وادی حنیفه نیز تأکید داشتند (Ibid). فرایندهای نامرئی در این پروژه، به فرایندهای اکولوژیکی و تغییرات در اندازه‌ها، شاخص‌ها و ابعاد اکولوژیکی اشاره دارد که با آزمایش و ارزیابی دقیق اکولوژیست‌ها از شرایط رود وادی حنیفه قابل مشاهده و گزارش بوده است.

آزمودن: تیم طراحی در راستای کاهش خطر سیل، و براساس عمق کم این رودخانه، اقداماتی از قبیل آزادسازی حریم رود و ایجاد تالاب‌ها و دریاچه‌هایی برای ذخیره‌سازی و نفوذ آب در اعماق زمین را در نظر گرفتند (تصویر ۲). این دریاچه‌ها با مقاصد متعدد، از جمله فراهم کردن وسایل تفریحی طراحی شده‌اند. علاوه بر این، دامنه‌ها در امتداد رود بر اساس استانداردهای مهندسی اصلاح شده و حوض‌های طبیعی با استفاده از سنگ‌های محلی برای کنترل فرسایش ساخته شدند (Ibid). علاوه بر این، ایجاد خاکریزهای متعدد در سطح رودخانه، برای کاهش روان‌آب‌ها و سیل طراحی شد. طراحان بر این باور بودند که این فضاهای مملو از پوشش گیاهی در این جزایر، علاوه بر ایجاد و رشد گیاهان بیشتر، فرسایش خاک را نیز کاهش می‌دهد. علاوه بر آن باعث تنوع زیستی در این مسیر نیز می‌شود (Gurnell, 2014).

اما، سیل عظیمی در رودخانه سبب نابودی خاکریزها شد و ماهیت ساخت خاکریزها به صورت تجربی هنگامی که در برابر جریان سیل عظیمی قرار گرفتند، نمایان شد (Mossavi

جایگاه ویژه‌ای در عربستان برخوردار است، دارای چالش‌ها و آشوب‌های متعددی است که گروهی متشکل از معمار منظر، اکولوژیست، و کارشناسان دیگر رشته‌ها در راستای طراحی آن دست به اقدام زدند. در طراحی این رود، سیل‌های فصلی، سیل‌های لحظه‌ای و آلودگی آب از اصلی‌ترین چالش‌های این پروژه بودند. در فرایند طراحی و اجرای جزئیات و نقشه‌های طرح، سه اصل اساسی در جهت موفقیت این پروژه حائز اهمیت است. پژوهش‌ها و تحقیقات اهمیت بررسی سه اصل زمان، آستانه و آزمودن را در معماری منظر این پروژه نشان می‌دهد (Moosavi, 2018).

زمان: در فرایند طراحی این پروژه، زمان اصلی‌ترین اصل در جهت دستیابی به اهداف این پروژه بوده است. به طوری که، تیم طراحی، اصل «زمان» را به دو دلیل به کار گرفت: (۱) توجه ویژه به فرایندهای زمین‌شناختی و انسانی گذشته که شرایط فعلی وادی حنیفه را شکل می‌دهند و (۲) با تمرکز بر زمان‌بندی طولانی‌مدت، فرایندهای در حال اجرا و آتی و اینکه زمان چه تأثیراتی بر روند پروژه خواهد گذاشت را بررسی کردند. تیم طراحی با توجه به شناخت تاریخی از طریق مطالعه تغییرات در اشکال زمین، اشکال طبیعی، ساختار قبلی، نیروهای طبیعی و فرهنگ گذشته را بررسی کردند. تیم طراحی به دنبال این موضوع بودند که چگونه اشکال تاریخی، طبیعی و انسانی به یک سیستم یکپارچه تبدیل شده است. طراحان برای بررسی پروسه زمانی این پروژه و شناخت فرایندهای پویا و متغیر آن از رویکرد سیستمی استفاده کرده‌اند. علاوه بر آن، تیم طراحی تمرکز



تصویر ۲: تعدادی خاکریزهای زمینی در بستر رودخانه برای کاهش جریان سیل و جلوگیری از فرسایش خاک استفاده شده است. این خاکریزهای زمینی در مقابل جریان آب ساخته شده‌اند که رسوبات و دیگر مواد معدنی آلی را به وجود می‌آورند. آنها شامل یک منطقه کاشت در منحنی شکل است که خاک و دانه‌های حاصلخیز را جمع‌آوری می‌کند (Moosavi et al, 2015). مأخذ تصویر: Moosavi et al., 2015 به نقل از: Margolis & Chaouni, 2014.

سیستم‌های آستانه محیطی و استفاده از حلقه‌های بازخورد و تکرار در طراحی می‌تواند به بهبود سیستم آسیب‌دیده کمک کند (Ibid).

در آخر، در فرایند پروژه وادی حنیفه سه اصل اساسی تأثیرگذار بود. این تجزیه و تحلیل اهمیت «زمان» را به عنوان یک مؤلفه اصلی در روند، مطرح کرد. علاوه بر آن، «آزمودن» در حین طراحی و آزمایش‌های متعدد برای دستیابی به روش مطمئن در برابر عدم قطعیت‌ها و آشوب‌ها در طراحی پروژه‌های منظر اهمیت دارد؛ و همین‌طور، درک «آستانه» های محیطی برای مدیریت بهتر تغییرات طبیعی و انسانی در پروژه‌های منظر بسیار حائز اهمیت است.

۲. دلتا مکنوگ در ویتنام: تاب‌آوری سنتی و بومی در برابر سیل

دو روستای وینه‌ان^{۱۲} و هانوا^{۱۳} در کشور ویتنام، از نمونه‌های بومی تاب‌آوری در مواجهه با سیل هستند. این دو روستا که در مسیر رودخانه و دلتا مکنوگ قرار دارند، آشوب سیل به یک عنصر حیات بخش تبدیل شده است. روستاییان این دو روستا در گذر زمان و در مواجهه همیشه با سیل، خانه‌ها و فضاهای روستا را به گونه‌ای طراحی و ساخته‌اند که سیل نه تنها این روستا را تهدید نمی‌کند، بلکه از فواید گوناگون سیل نیز بهره می‌برند (تصویر ۳).

خانه‌های این روستا با استفاده از بامبو و در حال حاضر از بتن ساخته می‌شوند. این خانه‌ها، بر روی فضاهای پیلوتی قرار دارند که این امر باعث کاهش نیروی سیل بر خانه‌ها و سبب تخلیه سیل می‌شود. فضای خالی زیر هر خانه «سن^{۱۴}» نام دارد. این فضا به صورت فصلی استفاده می‌شود به طوری که در فصول خشکسالی از آن برای انباری، استراحت و پرورش دام استفاده شده و در فصول سیل خیز، برای کاهش خطر سیل و عبور سیل از زیر خانه‌ها طراحی شده است. در فضاهای بین هر خانه، پل‌های چوبی نصب می‌شود که فضایی برای عبور در بین هر خانه ایجاد می‌کند (Liao et al., 2016). بر اساس مصاحبه‌هایی که لیاو و همکارانش در این روستا انجام داده‌اند، دریافته‌اند که سیل دو فایده بسیار مهم در این روستا دارد و ساکنان این روستا نیز بر این اساس این روستا و خانه‌های خود را طراحی کرده‌اند. ساکنان روستا، بطور کاملاً تجربی آموخته‌اند که سیل خاک منطقه و روستا را بسیار حاصل خیز می‌کند و از سوی دیگر، جانوران آبی فراوانی را با خود حمل می‌کند. بر این اساس، ساکنان روستا فرصت‌های شغلی فصلی را برای خود فراهم کرده‌اند که در فصول سیل خیز، به ماهی‌گیری و در فصول خشکسالی به کشاورزی می‌پردازند (Ibid).

۳. طراحی منظر رودخانه جین هوآ

پروژه طراحی منظر رودخانه جین هوآ در کشور چین در تقاطع

این آزمایش، عمدی یا غیر برنامه‌ریزی شده (اتفاقی، بدون برنامه و از پیش تعیین نشده) بود؛ که با عنوان «تست در محل» نیز شناخته می‌شود. با استفاده از داده‌های زمان واقعی و نیروهای واقعی ثابت کرد که خاکریزها باید مقاومت بیشتری در برابر سرعت سیل داشته باشند. شکست خاکریزها به وضوح سطوح بالای عدم اطمینان و زمان‌بندی در منظر این رود را تأیید می‌کند و نیاز به طراحی قوی و انعطاف پذیری بالاتر را نشان می‌دهد. علی‌رغم این موضوع، نکته مهم این است که شکست خاکریزها نشان داد که عملکرد سیستم تست با استفاده از مدل‌سازی درون رود می‌تواند به آزمون و خطا منجر شود و فرصت‌هایی برای طراحان ایجاد کند. اما این موضوع بسیار پرهزینه و وقت‌گیر است. در حال حاضر روش‌های جایگزین برای مدل‌سازی در محل وجود دارد که بر محدودیت‌های زمانی و بودجه‌ای غلبه می‌کند. مدل‌سازی دیجیتال و شبیه‌سازی در طراحی محیط‌زیست و منظر از جمله تکنیک‌های جدید برای دستیابی به داده‌ها و اطلاعات دقیق است که این موضوع طراحی در مجاورت رودخانه‌های سیل‌خیز و مناطق ساحلی را ساده‌تر می‌سازد (Giro, 2013; Moosavi et al., 2015).

آستانه: آستانه‌ها در عرصه علوم زیستی به نقاط عطفی اشاره دارد که تغییرات کوچک در شرایط محیطی مرتبط با اختلالات ناشی از انسان یا طبیعی منجر به تغییر بین وضعیت اکوسیستم می‌شود (Sasaki et al., 2015). تغییر در فرایند طبیعی، منجر به تغییرات اساسی در محیط و در پی آن ایجاد آشوب است. علاوه بر آشوب، این تغییرات می‌تواند روند طراحی منظر این محیط را تحت شعاع قرار دهد و تیم طراحی مجبور به تغییر روند طراحی و یا روش‌هایی برای سازگاری با محیط شوند. در نتیجه شناخت آستانه و یا به عبارتی شرایط محیطی و اکولوژیکی یک محیط بسیار حائز اهمیت است.

در پروژه وادی حنیفه، در سال ۲۰۱۳، سیستم تحت‌تأثیر سیلاب شدید قرار گرفت که منجر به افزایش ناگهانی رسوبات و مواد آلی از طریق سیلاب شد. این امر باعث افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها در محیط و به دنبال آن باعث افزایش جمعیت ماهیان نفوذی، به ویژه تیلابیایی که از جلبک‌ها تغذیه می‌کردند، شد. در نتیجه، مقدار جلبک و دیگر موجودات آبی با ظرفیت مصرف نیتروژن، دی‌اکسید کربن، کالیفرم و دیگر مواد مضر از آب کاهش یافتند. این سیستم از آستانه ظرفیت تصفیه عبور کرده و در نتیجه کیفیت آب رو به وخامت رفت. به منظور تنظیم تعادل اکولوژیکی در زنجیره غذایی، مهندسان محیط زیست مجبور به کاهش تعداد گونه‌های مهاجم شدند (Moosavi, 2018). شناسایی



تصویر ۳: فضای «سن» در دو روستای دلتای مکنوگ در فصل سیل خیز. ایجاد معماری پیلوتی بروی سیل و استفاده حداکثری از سیل برای کشاورزی، ماهی‌گیری، شستشوی لباس و ظروف. مأخذ: Liao, 2016.

دیوارها و کانال‌های کنترل سیل به عنوان راهکار و راهبرد در برابر سیل استفاده می‌شده است که این امر ارتباط شهر و ساکنان را با رود مخدوش کرده بود. این رویکرد صلب و مهندسی باعث افزایش قدرت سیل و خسارات ناشی از آن نیز شده بود. در این راستا، معمار منظر این پروژه راهبرد متفاوتی را مطرح کرد که جایگزین کانال‌های کنترل سیل شد. معمار منظر این پروژه با به‌کارگیری راهبرد «صفه‌سازی در کران رود»^{۱۷} تعادلی بین رود، لبه آن و محیط اطراف ایجاد کرد. این راهبرد به عنوان یک ابزار و رویکرد متفاوت، با شرایط محیطی و سیل سازگار و تاب‌آور است (تصویر ۴). این راهبرد با ایجاد تراس‌های مختلف و پی‌درپی در لبه رودخانه، ساختار رود را از کانال با دیوارهای بتنی به ساختاری طبیعی تغییر داده است

و همگرایی دو رودخانه ووی^{۱۵} و یوو^{۱۶} قرار دارد که هر ساله سیل محیط و فضای با تلاقی و طبیعی آن را تهدید می‌کند. معمار منظر این پروژه، کینجوان یو، در راستای پاسخ به چالش‌ها و معضلات پروژه، چندین راهبرد را مطرح کرده است. سیل به عنوان اصلی‌ترین چالش این پروژه، سوژه اصلی طراحی است که معمار منظر آن به دنبال یافتن پاسخی در راستای سازگاری با آن است. علاوه بر سیل، چالش‌های متعدد منظرین دیگری نیز در این پروژه مدنظر بود که در این پژوهش تنها به راهکارهای مقابله با سیل پرداخته می‌شود. با توجه به شرایط آب و هوایی، این منطقه (جین هوآ) از سیل سالانه رنج می‌برد. از این رو، و همانند سایر رودخانه‌های جهان،



تصویر ۴: راهبرد صفه‌سازی در کران رود، ایجاد منظر کشاورزی، مهار سیل و نگاه‌هایی به رود. مأخذ: Yu, 2017.

ویوو است که در مرکز آینده شهر ساخته شده است. در این پروژه چهار چالش اصلی وجود داشت که معمار منظر آن در راستای پاسخ‌گویی به آنها راهکارهای متعددی به کار برده است. چالش‌های این پروژه عبارت است از: (۱) سیل، (۲) آلودگی آب، (۳) ساختمان‌های نیمه‌کاره و (۴) نگهداری با هزینه اندک که با راه‌حل‌های محیطی‌زیستی و تفکرات تاب‌آوری به آنها پاسخ داده شده است. برای رسیدن به اهداف پروژه و در پاسخ دادن به چالش‌های متعدد سایت، معمار منظر آن راهبردهای متعددی از جمله سدهای تاب‌آور، تالاب‌ها، دره‌های درونی و آرام‌بخش، و ایجاد زمین‌های کشاورزی را استفاده کرده است، که در این پژوهش به راهکار «تالاب»^{۱۸} پرداخته می‌شود (Yu, 2018).

تالاب برای پاکسازی آب‌های آلوده: ایجاد تالاب‌ها و تپه‌هایی در بستر رود، فضایی را برای آرام‌سازی سیل و ته‌نشین شدن ذرات معلق در رود فراهم می‌کند (تصویر ۶). این تپه‌ها در بستر رودخانه، فضایی بسیار مناسب برای کشاورزی و کشت محصولات بومی ایجاد می‌کنند به طوری که سیل و آب جاری رود، مواد آلی را با خود حمل می‌کنند و این مواد در پشت این تپه‌ها ذخیره می‌شوند و زمین‌های مناسب برای کشاورزی ایجاد می‌کنند (Ibid).

معمار منظر این پروژه با وجود آشوب سیل، رویکرد تاب‌آور را نسبت به آن اتخاذ کرده است. نکته اصلی در این پروژه، هماهنگی و سازگاری با سیل است که به جای مقاومت در برابر آن، سازگار و منطبق با آن ایجاد شده است. استفاده از راهبرد تالاب در این پروژه، آشوب سیل را به یک عنصر



فصل خشک و کم آب



فصل سیل و پر آب

تصویر ۵: ایجاد تنوع فضایی و ارتفاعی در رود. استفاده از فضا در فصل‌های خشک و سیل‌خیز. مأخذ: Yu, 2017.

که علاوه بر ارتباط بین محیط با رود، با افزایش میزان آب و دبی رود سازگار و منطبق است. این راهبرد بر اساس دبی رود طراحی و تنظیم شده است، به طوری که در فصول سیل‌خیز بخشی از آن زیر آب فرو می‌رود و بخشی دیگر در بالای سطح آب قرار دارد. این فضاهای تراس‌بندی شده، فضایی بسیار مناسب برای کشاورزی است. در واقع سیل، می‌تواند خاک محیط را حاصل‌خیز کند. از این رو، فضاها و قسمت‌هایی که در اثر افزایش دبی آب، در آب فرو رفته‌اند، بسیار حاصل‌خیز خواهند بود. در نتیجه، سیل شرایط پرورش گیاهان و درختان بومی را افزایش می‌دهد که نیازی به آبیاری ندارند. علاوه بر آن، این فضا می‌تواند به عنوان فضایی برای ذخیره‌سازی آب، استخر، نظر کردن و قدم زدن نیز استفاده شود. در واقع این راهبرد به عنوان یک راه حل اکولوژیکی، قادر به کنترل سیل و ایجاد فضاهای منظرین است (Yu, 2017).

راهکار دومی که طراحان این پروژه از آن بهره‌برده‌اند، ایجاد فضاهایی در سطوح ارتفاعی گوناگون و ایجاد «تنوع فضایی و ارتفاعی» است (تصویر ۵). ایجاد پل‌ها به عنوان یک هویت فرهنگی و اجتماعی در منطقه، این وظیفه مهم را بر عهده دارد. این پل که در سطوح ارتفاعی مختلف طراحی شده، قادر است در برابر سیل‌های سالانه و سیل با دوره زمانی ۲۰۰ ساله کارایی خود را از دست ندهد. به عنوان مثال، هنگام وقوع سیل بخشی از پروژه در زیر آب فرو می‌رود، اما پل در بالای جزیره حفاظت شده قرار دارد و به بازدیدکنندگان امکان اتصال نزدیک به طبیعت درون شهر را می‌دهد. رمپ‌های زیادی برای دسترسی آسان به پل ایجاد شده است که ساکنان از مکان‌های مختلف شهر می‌توانند وارد محیط شوند. معمار منظر، در واقع این پل را بر اساس دبی رود طراحی کرده است. ایجاد تنوع فضایی و ارتفاعی در این پل، این پروژه را در برابر سیل تاب‌آور ساخته است به گونه‌ای که، در بحرانی‌ترین شرایط، این پل عملکرد اصلی خود را از دست نمی‌دهند. در واقع این پل در ارتباط با شهر و طبیعت، گذشته و آینده طراحی شده است (Yu, 2015).

در این پروژه، معمار منظر آن با به‌کارگیری راهبردها و رویکردهای تاب‌آور در برابر سیل، تلاش در کاهش آشوب سیل و استفاده حداکثری از آن را داشته است. این پروژه به عنوان یکی از موفق‌ترین پروژه‌های تاب‌آوری، یک هویت جدید به شهر جین هوا اهدا کرده است.

۴. طراحی منظر رودخانه ویوو در چین

پروژه رودخانه ویوو در کشور چین، با طراحی کینجوان یو، در پاسخ به چندین چالش طراحی شده است. این پروژه بخش مهمی برای یک فضای سبز شهری در امتداد رودخانه



تصویر ۶. تالاب‌هایی برای پاکسازی آب و کاهش سرعت روان آب‌ها و سیل. معمار منظر، با ایجاد راه‌های ارتباطی بین آنان، باعث نزدیکی انسان به آب (نظر به طبیعت) شده است. مأخذ: Yu, 2018.

رودخانه‌های شهری

رودکن به عنوان اصلی‌ترین رودخانه تهران، هرساله سیل‌های فصلی و لحظه‌ای آن را تهدید می‌کنند. این رودخانه که دارای بزرگ‌ترین حوزه آبریز شهر تهران است، در طرح‌های جامع سال ۴۷، ۶۹ و ۸۶ مورد توجه قرار گرفته است. در طرح‌های جامع ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹، رود کن به عنوان ابزاری برای کنترل سیلاب تلقی شده است. در طرح جامع ۱۳۸۶، این رود علاوه بر کنترل سیلاب، به عنوان فضایی برای گردشگری و تفریح نیز محسوب می‌شود (کریمی مشاور، ۱۳۹۲). اقدامات منتج از طرح جامع ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹، به ایجاد کانال‌هایی برای کنترل و مهار با سیل ختم می‌شود. این اقدام که تا به امروز نیز ادامه داشته است، از موضوعات پرچالشی است که نه تنها آشوب سیل را در این منطقه کاهش نداده، بلکه ساختار رود و اکوسیستم رود را از بین برده است. سیل‌های متعدد در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و فروردین ماه ۱۳۹۸، گواهی بر این ادعاست که سیل همچنان به عنوان یک آشوب، رود کن را تهدید می‌کند. بوستان جوانمردان که طرح عملیاتی از طرح جامع سال ۱۳۸۶ محسوب می‌شود (آل هاشمی و همکاران، ۱۳۹۴) نیز همانند طرح‌های جامع قبلی خود، بر رویکردهای صلب و مهندسی تأکید داشته است. تجارب ناموفق در ساماندهی و طراحی رودهای تهران، از جمله بوستان جوانمردان، و تحمیل هویت خارجی به ساختار طبیعی رودها، پیامدی جز تخریب ساختار رود و دوری شهروندان از این عناصر طبیعی نداشته است.

حیات‌بخش و آرام تبدیل کرده است. رویکردهای اکوسیستمی شامل تاب‌آوری در برابر سیل، پاکسازی و احیای آب، بازسازی تنوع زیستی و تولید مواد کشاورزی، ارائه خدمات تفریحی و همچنین تجربه زیبایی‌شناسی آن، باعث شده دولت چین این پروژه را رسماً به عنوان یک نمونه موفق برای دیگر شهرها به رسمیت بشناسد.

اصول و معیارهای حاکم بر طراحی منظر تاب‌آور در برابر سیل

بر اساس نمونه‌های منتخب، می‌توان اصول و راهکارهایی برای مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی رودهای آشوبناک ارائه کرد. در این میان، چندین اصل و راهکار که در این پروژه‌ها مدنظر بود بررسی و در **جدول ۱** به صورت مختصر ارائه شده است. در این جدول با تحلیل و طبقه‌بندی اصول و مصداق مداخله، معیار و رویکردهای مداخله استنباط شده و با بررسی نتایج حاصل از مداخله، نحوه پاسخ‌گویی به آشوب و بهره‌برداری از رویکرد تاب‌آوری در نمونه‌ها تحلیل شد. در نهایت پنج اصل و دو راهکار برای طراحی تاب‌آور منظر رودخانه‌های شهری بر اساس این جدول استخراج شد که در **جدول ۲** قابل دسته‌بندی است.

طراحی منظر تاب‌آور رودخانه کن با تکیه بر اصول و راهکارهای طراحی تاب‌آور

عنوان پروژه	مصادق مداخله	مقیاس مداخله	راهبرد مداخله	دست‌آورد مداخله
وادی حنیفه در عربستان	زمان	مقیاس کلان	مطالعه تغییرات در اشکال زمین، اشکال طبیعی، ساختار قبلی، نیروهای طبیعی و فرهنگ گذشته	شناخت فرایندهای آتی و کسب تجربه از گذشته؛ برنامه و طراحی بر اساس آشوب‌های آتی و عدم قطعیت‌ها.
	آستانه	مقیاس کلان و میانه	شناخت فرایندهای طبیعی و اکولوژیکی و جلوگیری از ایجاد آشوب	عدم ایجاد آشوب‌های متعدد؛ حفظ نظم اکوسیستم؛ تعادل در اکوسیستم.
	آزمودن	مقیاس میانه و خرد	آزمودن روش سازگاری با سیل در محل (سایت): خاکریزهای کنترل سیل	دستیابی به بهترین روش برای سازگاری با سیل.
		مقیاس کلان	زندگی در محیط آشوبانک؛ مشاهده و تحلیل آشوب و کسب تجربه از آن	روستایی پویا و سازگار در برابر سیل؛ استفاده حداکثری از فواید سیل.
دلنا مکنوگ در ویتنام	یادگیری	مقیاس میانه	ایجاد زمین‌هایی برای استفاده دو منظوره از سیلاب: کشاورزی و ماهیگیری	تنوع فضایی، عملکردی در نقاط مختلف روستا؛ تنوع شغلی برای مردمان روستا؛ فضای سازگار با محیط؛
		مقیاس خرد	ایجاد فضای «سن» (پیلوت) در هر خانه؛ پل‌های ارتباطی بین هر خانه در بالاتر از سطح حرکتی آب	پویایی و سازگاری خانه‌ها در برابر سیل و خشکسالی؛
	تنوع	مقیاس کلان	ایجاد پل با ارتفاع‌های مختلف؛ ایجاد پل‌ها در ساختار کلی سایت	منظری پویا و سازگار با آشوب؛ ارتباط‌ها بین فضاهای سایت؛ افزایش تنوع در مواجهه با سیل.
رودخانه جین هوآ	تنوع	مقیاس میانه	فضاهای متعدد برای لمس آب و نظر به طبیعت: نظر گاه‌ها، استخرها مصنوعی و طبیعی	محیطی منطبق با سیل؛ نظر به طبیعت.
	راهبرد صفه‌سازی	مقیاس خرد	تراس‌بندی در حاشیه و لبه رود	منظری سازگار با آشوب؛ ایجاد منظر کشاورزی؛ نظر به طبیعت (آب).
رودخانه ویوو در چین	تالاب	مقیاس خرد	تپه‌هایی در مسیر حرکت رود	سازگاری با سیل و کاهش سرعت آب؛ راهکاری برای پاکسازی آب‌های آلوده.

سیل و فرایندهای زمین‌شناختی در گذشته، در راستای شناخت روند طبیعی رود کن و پیش‌بینی آشوب‌های آتی تأثیرگذار است. بررسی روند تاریخی، توجه به روند طبیعی و آتی رود کن و پیش‌بینی رویدادهایی از جمله سیل، بارندگی، تغییرات اقلیمی، گرمایش زمین و تأثیرات ایشان بر رود کن، روند برنامه‌ریزی و طراحی این رود را آسان‌تر می‌سازد. به طور مثال، بررسی دبی آب در فصول مختلف در بستر رود کن، و ارزیابی آشوب‌های قبلی بر اساس گزارشات مختلف، می‌تواند کمک شایانی به شناخت بازه زمانی گذشته در رود کن کند (نک. خبرگزاری مشرق، ۱۳۹۴؛ خبرگزاری فارس، ۱۳۹۴؛ مؤسسه تحقیقات آب، ۱۳۸۳). علاوه بر آن، مطالعه اجتماعی رود کن در جهت شناخت لایه‌های تاریخی و فرهنگی منظر رود و تأثیرات اجتماعی در ساختار طبیعی رود و اکوسیستم آن، در برنامه‌ریزی و طراحی رود کن تأثیر شایانی خواهند داشت. در نتیجه، اتخاذ رویکرد سیستمی در بررسی

(بهرامی، ۱۳۹۷). در نتیجه به کارگیری رویکردی سازگار و منطبق بر اساس شرایط و ساختار رود کن امری ضروری است. بر اساس سیلاب متعدد و اختلالات گوناگونی ناشی از سیل در رود کن، به کارگیری و استفاده از رویکرد تاب‌آوری در طراحی و برنامه‌ریزی آن مورد توجه قرار می‌گیرد. بر این اساس، طراحی و برنامه‌ریزی رود کن بر اساس تفکرات تاب‌آوری و نمونه‌های موفق آن، می‌تواند در کاهش آشوب سیل و بازگردانی ساختار رود و اکوسیستم آن کمک شایانی کند. بر اساس اصول و راهکارهای استخراج شده (جدول ۲)، برنامه‌ریزی و طراحی رود کن بر این اساس است:

تأثیر «زمان» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

توجه به دو بازه زمانی گذشته و آینده در فرایند طراحی رود کن بسیار حائز اهمیت است. مطالعه دوره‌های زمانی

جدول ۲: اصول و راهکارهای حاکم بر طراحی منظر تاب‌آور در برابر سیل. مأخذ: نگارندگان.

اصول ۱.	تعریف
زمان	مؤلفه‌ی زمان به مطالعه و تحلیل فرایندهای زمانی (گذشته و آینده) یک سیستم (رودخانه) اطلاق می‌گردد که به معمار منظر اجازه شناخت، بررسی و تحلیل فرایندهای زمین‌شناختی، انسانی، اجتماعی، فرهنگی و اکولوژیکی برای طراحی تاب‌آور در برابر آشوب را می‌دهد.
آستانه	آستانه به نقطه‌ی عطف اکولوژیکی در یک سیستم اشاره دارد که آشوب‌ها و اختلالات انسانی و محیطی منجر به تغییر وضعیت سیستم نسبت آستانه و در نهایت تغییر شرایط سیستم نسبت به قبل از آشوب می‌شود. توجه به آستانه‌ی اکولوژیکی هر سیستم منجر به حفظ ثبات سیستم در شرایط پایداری است.
آزمودن	آزمودن به معنای سنجش شرایط مؤلفه‌ها و اجزای طراحی در آزمایشگاه و یا در محل (سایت) است. آزمودن در محل و یا آزمایشگاه، سبب کاهش خطاها و اشتباهات متعدد در روند طراحی و یا هنگام رخداد آشوب است.
یادگیری	یادگیری به عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری، به فراگیری و کسب تجربه از اختلالات در راستای وقف‌پذیری و سازگاری در برابر آشوب اطلاق می‌گردد. به عبارتی دیگر، اصل یادگیری این اجازه را به سیستم می‌دهد که با قرارگیری در مسیر آشوب، راه‌های انطباق و سازگاری در برابر آن را پیدا کند.
تنوع	تنوع به تعدادی از اجزای عملکردی مختلف در راستای حفاظت از سیستم در مواجهه با اختلالات و تهدیدهای مختلف اشاره می‌کند. در این راستا، اگر آشوب یکی از اجزا سیستم را با مشکل رو به رو ساخت، اجزای دیگر به روند توسعه سیستم کمک خواهد کرد و سیستم با شکست رو به رو نخواهد شد.
اصول ۲. راهکارها	تعریف
صفه‌سازی در کران رود	این راهکار به ایجاد صفه‌ها و تراس‌هایی در لبه‌ی رود اشاره دارد که می‌تواند جایگزین کانال‌های مهار سیل در رودخانه شود. این استراتژی با ایجاد فضاهای متنوع، ارتباط رود با محیط و انسان را افزایش می‌دهد و شرایط اکولوژیکی رود را به وضعیت طبیعی خود باز می‌گرداند. علاوه بر آن، شکل‌گیری منظر کشاورزی نیز از دیگر فواید این راهبرد در لبه‌ی رودخانه است.
تالاب	تالاب‌ها به تپه‌هایی مرتفع در مسیر حرکت آب در راستای کاهش سرعت آب اطلاق می‌گردد. ایجاد این تپه‌ها در مسیر حرکتی رود، باعث پاکسازی آب، آرام‌سازی سرعت حرکت آب و ایجاد منظرهای کشاورزی در مسیر حرکتی رود است.

۱۳۹۴؛ خبرگزاری فارس، ۱۳۹۴؛ مؤسسه تحقیقات آب، ۱۳۸۳؛ و یا بررسی نتایج و دستاوردهای بوستان جوانمردان در رود کن و تبعات اکولوژیکی، منظر (عینی-ذهنی)، ساختاری و... ناشی از آن، می‌تواند آزمون و خطاهای گذشته در این رود را نمایان سازد (نک. آل هاشمی و شهسوارگر، ۱۳۹۲؛ آل هاشمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۵).

تأثیر «آستانه» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

توجه به فرایندهای طبیعی رود کن، اعم از گونه‌ی ماهی‌ها، گیاهان، پرندگان، حیوانات و محتویات شیمیایی آب می‌تواند آستانه اکوسیستمی رود کن را تعیین کند. در این راستا، باید آشوب‌های طبیعی و انسانی که می‌تواند روند طبیعی و اکولوژیکی رود کن را مختل کند، شناسایی شوند. آشوب‌های طبیعی و انسانی، نظم اکوسیستمی رود را برهم می‌زند و ساختار اکولوژیکی و اکوسیستمی رود وارد مرحله‌ی جدیدی می‌شود که ممکن است تأثیرات مخربی بر ساختار رود و اکوسیستم کلی رود بگذارد. در این راستا، به کارگیری و استفاده از متخصصان و کارشناسان این عرصه می‌تواند نظم اکوسیستم رود را در روند طبیعی خود حفظ کند. به عبارتی دیگر، در روند طراحی و برنامه‌ریزی رود کن استفاده از اکولوژیست‌ها و یا متخصصان رشته‌های دیگر در رابطه با فرایندهای طبیعی، اکوسیستمی، آب‌شناسی، گیاه‌شناسی، خاک‌شناسی و جانورشناسی،

و مطالعه رود کن، می‌تواند روند پویای رود کن را شناسایی و بررسی کند.

تأثیر «آزمودن» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

آزمون و خطا در فرایند طراحی رود کن، امری اجتناب‌ناپذیر است. به ویژه، طراحی رود کن با رویکردی جدید و متفاوت که در ایران نیز سابقه‌ی نداشته است، آزمودن روندهای گوناگون در جهت یافتن بهتر روش طراحی، کاملاً احساس می‌شود. با وجود اینکه، این اصل می‌تواند بسیار وقت‌گیر و پر خرج باشد، اما در جهت کاهش آشوب سیل و بازیابی ساختار طبیعی و اکولوژیکی رود کن بسیار تأثیرگذار است. علاوه بر آن، استفاده از مدل‌های آزمایشگاهی، استفاده از نمونه‌موردی‌های موفق در سطح جهانی و به کارگیری متخصصان گوناگون در عرصه‌ها و زمینه‌های مختلف، می‌تواند پروسه زمانی و اقتصادی این اصل را کاهش دهد. علاوه بر آن، بررسی و ارزیابی اقدام گذشته در رود کن، می‌تواند گونه‌ای از آزمون و خطاهای گذشته را نمایان سازد. به طور مثال، بررسی و ارزیابی کانال‌های کنترل سیل، می‌تواند اقدامی مهم در دستیابی به نتایجی مهم باشد که کانال‌های کنترل سیل، نه تنها سیل و آشوب‌های آن را مهار نمی‌کند، بلکه شدت و تکرار آن را افزایش داده است. بررسی گزارشات سیل تهران و سیل‌های اخیر در سال‌های ۹۴ و فروردین ۹۸، این ادعا را تأیید می‌کند (نک. خبرگزاری مشرق،

کن با محیط اطراف، توسط کانال‌های مهار سیل قطع شده است، اما راهکار صفه‌سازی می‌تواند ارتباط بین رود و محیط اطراف و در نتیجه ارتباط بین رود و انسان را بازگرداند.

تأثیر «تالاب» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

این راهبرد در علوم محیطی و اکولوژیکی فواید و تأثیرات متعددی از جمله کاهش آلودگی آب، کاهش سرعت آب، ایجاد تنوع اقلیمی، منظر کشاورزی و... دارد. به‌کارگیری این راهبرد در رود کن نه تنها باعث کاهش سرعت حرکت آب می‌شود، بلکه می‌تواند تنوع محیط زیستی رود کن را افزایش دهد. سرعت حرکت آب در رود کن به دلیل تغییر ساختار رود در دهه‌های گذشته کاملاً مشهود است، در نتیجه کاهش سرعت آب در رود سبب کاهش فرسایش خاک و کاهش خطر سیل خواهد شد. علاوه بر کاهش سرعت حرکتی آب، این تالاب‌ها می‌توانند فضایی برای تجمع مواد آلی در رود کن باشند؛ به طوری که این مواد آلی و مغزی که توسط آب و یا سیل‌های لحظه‌ای حمل می‌شوند، به حاصل خیزی خاک کمک شایانی می‌کنند، در نتیجه این تالاب‌ها می‌توانند کیفیت کشت و کشاورزی منطقه را نیز تغییر و افزایش دهند.

در راستای طراحی و اجرای این تالاب‌ها در بستر رود کن، با حذف کانال‌های مهار سیل و آزادسازی حریم رودخانه از کانال‌ها و لکه‌های معماری، فضایی مناسب در جهت ایجاد تپه‌هایی کوچک اما متعدد در بستر رود کن مهیا می‌شود. این تپه‌ها با ارتفاع‌های کم در بستر رودخانه، باعث کاهش روان آب‌ها و سیل‌های لحظه‌ای می‌شوند. نکته‌ی حائز اهمیت در مورد این تالاب‌ها، سرعت حرکت آب در برخی از روزها و فصول سال است که با مسلح‌سازی این تپه‌ها در عمق زمین، خطر نابودی و یا به عبارتی شسته شدن این تپه‌ها توسط سیل کاهش پیدا می‌کند و از آنجایی که این راهکار بر اساس تفکرات تاب‌آور برنامه‌ریزی می‌شود، در فصول پر آب در زیر آب فرو می‌روند و در فصول کم آب، به عملکرد خود در ایجاد فضاهای متنوع ادامه می‌دهند.

جمع‌بندی

بر اساس اصول و راهکارهای بدست آمده از پروژه‌های موفق دنیا، برنامه‌ریزی و طراحی رود کن در راستای کاهش خطر سیل و بازیابی ساختار طبیعی و اکولوژیکی آن بحث شد. جدول ۳ جزئیات بیشتر این برنامه‌ریزی را ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری

کمک شایانی به شناخت آستانه رود کن و برنامه‌ریزی دقیق‌تر این رود خواهد کرد.

تأثیر «یادگیری» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

مؤلفه یادگیری به عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری، اجازه آموختن و کسب تجربه از آشوب را به اجتماع و کاربران محیط می‌دهد (Gunderson & Holling, 2002). یادگیری از اختلالات رود کن و نحوه برخورد با آنان، هنگامی رخ می‌دهد که آشوب سیل در رود کن رخ دهد. این امر هنگامی تحقق می‌یابد که کانال‌های رود حذف شده و رود به ساختار طبیعی خود بازگردد. این نکته حائز اهمیت است که این اقدام با محافظه‌کاری و پیش‌بینی تدابیر انجام شود. علاوه بر این، یادگیری از معماری بومی منطقه و نحوه برخورد ساکنان و کاربران رود نیز می‌تواند در روند یادگیری از آشوب سیل رود کن، کمک شایانی کند.

تأثیر «تنوع» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

تنوع نیز همانند اصل یادگیری، از اصلی‌ترین اصول تاب‌آوری است. افزایش تنوع باعث افزایش تاب‌آوری سیستم و کاهش آشوب را در پی خواهد داشت. به طوری که، تنوع به تعداد اجزای عملکردی مختلف در راستای حفاظت از سیستم در مواجهه با اختلالات و تهدیدهای مختلف اشاره می‌کند (Godschalk, 2003). از این رو، تنوع‌های فضایی و ارتفاعی براساس تراز آب در رود کن باعث افزایش تاب‌آوری آن در مواجهه با آشوب سیل می‌شود. بر این اساس که تنوع فضایی به ایجاد فضاهای متنوع براساس فصول خشکسالی و سیل خیز مدنظر است و طراحی ارتفاعی به استفاده و به‌کارگیری نظرگاه‌ها، خانه‌ها، پل‌ها و... در چندین نقطه ارتفاعی است که اگر دبی آب در فصول پرآب بالا آمد، سطوح دیگر در نقاط ارتفاعی بالاتر، عملکرد خود را از دست ندهد.

تأثیر «راهکار صفه‌سازی در کران رود» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

این راهکار که در اکثر روده‌های جهان استفاده می‌شود، جایگزین بسیار مناسبی برای کانال‌های رود کن است. استفاده از خطوط توپوگرافی رود و تنظیم تراس‌های متعدد در لبه رود، نه تنها می‌تواند آشوب سیل را کاهش دهد، بلکه می‌تواند ساختار طبیعی، اکولوژیکی و اکوسیستم رود را بازیابی کند. علاوه بر آن، ایجاد منظر کشاورزی در سطوح تراس‌بندی و فضای‌های متعدد برای برداشت محصول نیز از دیگر پتانسیل‌های این رویکرد و راهبرد است. ارتباط رود

۱. اصول	متغیرها	راهبردها
زمان	بررسی شرایط تاریخی	بررسی مؤلفه‌های فرهنگی: نحوه زیست انسان؛ نحوه کشاورزی؛ نحوه سازگاری یا مقاومت در برابر سیل؛ نحوه ساخت بناها و معماری.
	بررسی شرایط آینده	پیش‌بینی آشوب‌های آبی؛ پیش‌بینی فرایندهای اکولوژیکی.
آزمودن	آزمایشگاه	آزمایش روش‌های متعدد در جهت سازگاری با سیل در آزمایشگاه؛ ایجاد ماکت‌های مشابه برای پیش‌بینی و سنجش روش‌های سازگاری با سیل.
	نمونه‌های موفق جهانی	بررسی نمونه‌های موردی در زمینه سازگاری و تاب‌آوری در برابر سیل.
آستانه	نظم‌اکوسیستمی	استفاده از اکولوژیست‌ها و متخصصان مربوطه.
	شناخت فرایندهای طبیعی	بررسی فرایندهای طبیعی رود کن و جلوگیری از ایجاد آشوب‌های متعدد در این محیط.
یادگیری	زندگی در محیط	فراهم کردن محیطی آموزنده و امن برای افراد بومی و متخصصان.
	استفاده از دانش بومی	به‌کارگیری و استفاده از دانش‌های بومی منطقه و استفاده از تجربه افراد بومی.
تنوع	کسب تجربه از آشوب‌های گذشته	بررسی خسارات و آشوب‌های سال‌های گذشته رود در جهت افزایش اطلاعات و کسب تجربه از روند تاریخی آن.
	تنوع فضایی	ایجاد فضاهای متنوع بر اساس دبی آب؛ ایجاد فضاهای متنوع بر اساس فصول مختلف؛ ایجاد فضاهایی متنوع به صورت خطی در امتداد رود؛
	تنوع ارتفاعی	تنوع فضایی در ارتفاعات مختلف بر اساس دبی آب؛ ایجاد صفه‌های متنوع بر اساس میزان آب در فصول مختلف.
۲. راهکارها	متغیرها	راهبردها
استراتژی صفه‌سازی در کران رود	ایجاد تراس بندی‌ها بر اساس تراز رود	همانگی بر اساس توپوگرافی رود؛ ایجاد منظر کشاورزی؛ ایجاد نظرگاه و فضایی برای ارتباط با آب؛ سازگاری با سیل؛ ارتباط بین رود و محیط اطراف.
تالاب	ایجاد تپه‌های تاب‌آور در مسیر حرکت رود	کاهش سرعت آب؛ محلی برای تجمع مواد آلی خاک؛ افزایش تنوع زیستی.

رودهای شهری را بیان می‌کند که با به‌کارگیری و استفاده از این اصول و راهکارها می‌توان برنامه‌ریزی جامعی برای رود کن تنظیم کرد. در این پژوهش، با تکیه بر این اصول و راهکارها که شامل: زمان؛ آزمودن؛ آستانه؛ یادگیری؛ تنوع؛ صفه‌سازی در کران رود؛ و تالاب است، به ارائه راهبردهایی برای مداخله و برنامه‌ریزی رود پرداخته شده است. این برنامه‌ریزی که برآمده از تفکر تاب‌آوری است، معمار منظر را به سوی یک برنامه جامع و چندرشته‌ای سوق می‌دهد. توجه به مسائل اکولوژیکی، بومی، فرهنگی، تاریخی و ریخت‌شناسی زمین از جمله ابعادی است که در برنامه‌ریزی رود کن باید مدنظر قرار گیرد. این برنامه‌ریزی و طراحی می‌تواند به عنوان الگویی برای دیگر رودهای شهری تهران نیز قرار گیرد.

رود کن به عنوان یکی از اصلی‌ترین رودهای شهری تهران، همیشه مورد توجه معماران منظر، شهرسازان، اکولوژیست‌ها و شهروندان شهر بوده است. با وجود برنامه‌ها و طرح‌های متعدد با هزینه‌های هنگفت، این رود در برخی از فصول سال در معرض آشوب سیل قرار می‌گیرد و سیل زیرساخت‌های طبیعی و انسان‌ساخت آن را نابود می‌کند. از این رو، بررسی نمونه‌های موفق در سطح جهانی و استفاده از تجربیات ایشان می‌تواند در برنامه‌ریزی و طراحی رود کن کمک شایانی کند. بررسی چهار نمونه موفق در کشورهای مختلف دنیا (پروژه رود وادی حنیفه در عربستان؛ دلتا مکنوگ در ویتنام؛ پروژه رودخانه جین هوآ در چین؛ و پروژه رودخانه ویوو در چین)، اصول و راهکارهای مختلف طراحی در محیط آشوبناک

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد «فرشاد بهرامی»، با عنوان «طراحی معماری منظر رود کن، در شهر تهران، در برابر آشوب‌های سیل و خشکسالی، بر اساس تفکر تاب‌آوری» است که به راهنمایی دکتر «حشمت اله متدین» و مشاوره دکتر «آیدا آل هاشمی» در پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران در حال انجام است.

Red River .۱

Mississippi River .۲

Ecosystem services .۳

Wadi Hanifah .۴

Vietnamese Mekong Delta .۵

Yanweizhou Park in jinhua City .۶

The Yiwu Riverside Green .۷

۸. سه مؤلفه به‌دست آمده از پروژه رودخانه وادی حنیفه، دستاورد مقاله ساره موسوی با عنوان «زمان، آزمودن و آستانه: فاش کردن طراحی طبیعت تکراری در احیا مجدد رودخانه‌های خشک» است که در این پژوهش از آن استفاده شده است.

Time .۹

Trial .۱۰

Thresholds .۱۱

Vinh An .۱۲

Ha Bo .۱۳

sàn .۱۴

Wuyi River .۱۵

Yiwu River .۱۶

۱۷. این راهبرد با عنوان «cut and fill» مطرح شده بود، که نگارندگان آن را به راهبرد «صفه‌سازی در کران رود» در زبان فارسی ترجمه کرده‌اند.

Wetland .۱۸



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

- آل هاشمی آیدا و شهسوارگر، مولود. (۱۳۹۲). ارزیابی رویکرد طراحی در بوستان نهج البلاغه و جوانمردان. *مجله منظر*، ۵ (۲۴): ۴۷-۴۴.
- آل هاشمی، آیدا، باقری، یوسف و اخوان، عرفان. (۱۳۹۴). هویت طبیعی یا تحمیلی؟ بوستان جوانمردان، منظره‌سازی در دره کن. *مجله منظر*، ۷ (۳۱): ۱۰۳-۹۴.
- کریمی مشاور، مهرداد. (۱۳۹۲). توان رود دره‌ها در توسعه شهر. *مجله منظر*، ۵ (۲۲): ۵۵-۵۲.
- بهرامی، فرشاد. (۱۳۹۷). دره درکه، به مثابه شارباغ ایرانی. *مجله منظر*، ۱۰ (۴۳): ۴۱-۳۴.
- خبرگزاری فارس. (۱۳۹۴). گزارش فارس از سیلاب شب گذشته کن و سولقان. قابل دسترسی در: <https://www.farsnews.com/news/13940429000144>. (تاریخ دسترسی: ۱۳۹۸/۱۷/۲).
- خبرگزاری مشرق. (۱۳۹۴). آمار سیلاب تهران از سال ۱۳۳۳ تاکنون. قابل دسترسی در: <https://www.mshrg.org/476461> (تاریخ دسترسی: ۱۳۹۸/۲/۱۷).
- قهرودی تالی، منیژه، مجیدی هروی، آیتا و اسماعیل عبدلی. (۱۳۹۵). آسیب پذیری ناشی از سیلاب شهری (مطالعه موردی: تهران، درکه تا کن). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۷ (۴): ۳۵-۲۱.
- مؤسسه تحقیقات آب. (۱۳۸۳). گزارشات میزان آب و دبی رود کن. تهران: وزارت نیرو.
- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in Human Geography*, 24(3): 347-364.
- Bell, S. (2012). *Landscape: Pattern, Perception and Process*. 2nd edition, London: Routledge.
- Berkes, F., Colding, J. 7 Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological*

- systems: building resilience for complexity and change*. UK: Cambridge University Press, Cambridge.
- Folke, C. (2016). Resilience (Republished). *Ecology and Society*, 21 (4): 44.
 - Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *Natural Hazards Review*, 4(3): 136-143.
 - Girot, C. (2013). *The Elegance of Topology*. In Girot, C. Freytag, A. Kirchengast, A. and Richter, D. (Ed.), *Topology: topical thoughts on the contemporary landscape* (pp. 79-116). Berlin: Jovis Verlag.
 - Green, C. (2010). Towards sustainable flood risk management. *International Journal of Disaster Risk Science*, 1 (1): 33-43.
 - Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington D.C.: Island Press.
 - Gurnell, A. (2014). Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39 (1): 4-25.
 - Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4 (1): 1-23.
 - Hollnagel, E., Woods, D. D. & Leveson, N. (eds), (2007). *Resilience engineering: Concepts and precepts*. UK: Ashgate Publishing, Ltd.
 - Hollnagel, E. (2011). *Prologue: the scope of resilience engineering*. In: Hollnagel, E., Dédale, J.P., Woods, D., Wreathall, J. (eds.), *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*. Ashgate, Surrey.
 - Langridge, R., Christian-Smith, J. & Lohse, K. A. (2006). Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society*, 11 (2): 18.
 - Liao, K. H. (2014). From flood control to flood adaptation: a case study on the Lower Green River Valley and the City of Kent in King County, Washington. *Natural Hazards*, 71 (1): 723-750.
 - Liao, K. H., Le, T. A., & Van Nguyen, K. (2016). Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta. *Landscape and urban planning*, 155: 69-78.
 - Ludwig, D., Walker, B. & Holling, C. S. (1997). Sustainability, stability, and resilience. *Conservation ecology*, 1 (1): 7.
 - Margolis, L., & Chaouni, A. (2014). *Out of Water-Design Solutions for Arid Regions*. Boston: Birkhäuser.
 - Meerow, S., Newell, J. P. & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147: 38-49.
 - Moosavi, S., Grose, M. & Walliss, J. (2015). *Performative Design for Restoration of Dryland Rivers*. Paper presented at the History of the Future: 52nd World Congress of the International Federation of Landscape Architects. Saint-Petersburg, Russia: Polytechnic University Publishing House.
 - Moosavi, S. (2018). Time, trial and thresholds: unfolding the iterative nature of design in a dryland river rehabilitation. *Journal of Landscape Architecture*, 13 (1): 22-35.
 - Postel, S. & Richter, B. (2012). *Rivers for life: managing water for people and nature*. Island Press. Island Press, Washington D.C., U.S.A.
 - Renault, P. (2018). Restoration Plan for the Kan River in Tehran. (PP: 137-142). Paper presented at the International Workshop Water and City Hydraulic Systems and Urban Structures, Yazd, Iran.
 - Rutter, M. (1993). Resilience: Some conceptual considerations. *Journal of Adolescent Health*, 14 (8): 626-631.
 - Sasaki, T., Furukawa, T., Iwasaki, Y., Seto, M. & Mori, A. S. (2015). Perspectives for ecosystem management based on ecosystem resilience and ecological thresholds against multiple and stochastic disturbances. *Ecological Indicators*, 57: 395-408.
 - Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., Quinn, G. P. & Stanford, J. A. (2008). *Flood Plains: Critically Threatened Ecosystems*. In Polunin NVC (ed) *Aquatic ecosystems*. (pp: 45-61). UK: Cambridge University Press.
 - Tusaie, K. & Dyer, J. (2004). Resilience: A historical review of the construct. *Holistic nursing practice*, 18 (1): 3-8.
 - Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9 (2): 5.
 - Yu, K. (2015). A resilient landscape. *Topos*, 90: 84-89.
 - Yu, K. (2017). *A Resilient Landscape: Yanweizhou Park in Jinhua City*. available from: <https://www.turenscape.com/en/project/detail/4644.html>. (accessed May 2019).
 - Yu, K. (2018). *The Yiwu Riverside Green*. available from: <https://www.turenscape.com/en/project/detail/4653.html>. (accessed May 2019).
 - Zevenbergen, C. (2016). *Flood Resilience*. An edited collection of authored pieces comparing, contrasting, and integrating risk and resilience with an emphasis on ways to measure resilience, 1 (1): 1-7.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

بهرامی، فرشاد، آل هاشمی، آیدا و متدین، حشمت‌الله. (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل؛ برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه کن. *مجله منظر*، ۱۱ (۴۷): ۶۰-۷۳.

DOI: 10.22034/manzar.2019.182617.1948

URL: http://www.manzar-sj.com/article_89029.html

